1. Za jednofazni transformator snage 2200VA, 220/110V, poznati su sledeći parametri ekvivalentnog kola: R1=0.4Ω, Xγ1=0.8 Ω, R2=0.1Ω, Xγ2=0.2 Ω, Rµ=2200Ω, Xµ=220 Ω. Parametri Rµ i Xµ su izmjereni sa visokonaponske (primarne) strane.

a) Svesti parametre na niskonaponsku (sekundarnu) stranu i nacrtati odgovarajuću ekvivalentnu šemu.

b) Odrediti napon koji treba priključiti na visokonaponsku stranu da bi se zadovoljili zahtjevi potrošača priključenog na nisoknaponsku strenu: *S*2=2200VA, *U*2=110V, cosφ=0.707ind.

Rešenje:

а) Ekvivalentno kolo transformatora. *U*1, *I*1, *R*1 i *Xγ*1 parametri sa primara (visokonaponske strane). *U*2, *I*2, *R*2 i *Xγ*2 parametri sa sekundara (niskonaponske strane).

|  |
| --- |
| R2  *I2* Xγ2  R1  *I1* Xγ1  I0  Ipo  Iµ  Zp  U2  U1  Xµ  Rµ |

\*\*\*\*Malo teorije\*\*\*\*

Sada imamo kolo gdje je lijeva strana vezana za jedan naponski nivo, a desna strana na durgi naponski nivo. Jasno je da mora biti snaga na primaru jednaka snazi na sekundaru!!! (naravno važi za idealan slučaj kada nema gubitaka).

Da bi nastavili da rešavamo ekvivalentno kolo transformatora moramo svesti veličine na jedan naponski nivo. Po tekstu zadatka treba da svedemo veličine na sekundar.

Za svođenje važe sledeće relacije:

 prenosni odnos



Ovo je logično, zbog snaga. Ako pomnožimo prethodne dvije relacije, važi  tj, . Snaga je ista na primaru i na sekundaru!

Za impedanse važi: 

Kako se ovo primjenjuje? Npr ako imamo napon *U*1= 100V, *n*=5. Koliki iznosi napon sveden na sekundarnu snagu?



\*\*\*kraj teorije\*\*\*\*

Prenosni odnos transformatora je n=U1/U2=220/110=2.

Svedene vrijednosti parametara na sekundar su:

Ω

Ω

Ω

Ω

Ekvivalentno kolo transformatora je:

|  |
| --- |
| R2  *I2* Xγ2  R1’’ *I1*’’ Xγ1’’  I0  Ipo  Iµ  Zp  U2  U1’’  Xµ’’  Rµ’’ |

Dakle, sad smo sve sveli na sekundarnu stranu. Možemo da rešavamo kolo dalje.

b) Odrediti napon koji treba priključiti na visokonaponsku (primarna) stranu da bi se zadovoljili zahtjevi potrošača priključenog na nisoknaponsku (sekundarna) stranu: *S*2=2200VA, *U*2=110V, cosφ=0.707ind.

b) Napomena: Vidi tekst zadatka: ‘Odrediti napon koji treba priključiti na visokonaponsku stranu da bi se zadovoljiji zahtjevi potrošaća priključenog na nisoknaponsku strenu: *S*2=2200VA, *U*2=110V, cosφ=0.707 ind....’

Dakle, treba odrediti napon primara.

Ali u prvoj rečenici piše ‘Za jednofazni transformator snage 2200VA, 220/110V, poznati su sledeći parametri...’

Šta je ovo 220V/110V? To su zapravo nominalne vrijednosti napona, koje su nam služe da izračunamo prenosni odnos.

Stvarni napon na sekundaru je dat pod b), a napon na primaru treba da izračunamo!

Napon sekundara je uzet kao referetni fazor.



Na osnovu poznate snage potrošača efektivna struja sekundara je:



Uzimajući u obzir da je faktor snage cosφ=0.707ind, tj. da struja kasni za naponom dobija se da je za struja sekundara je:



|  |
| --- |
| R2  *I2* Xγ2  R1’’ *I1*’’ Xγ1’’  I0  Ipo  Iµ  Zp  U2  U1’’  Xµ’’  Rµ’’ |

Na osnovu zamjenske šeme, dobija se:













Dakle posto je kolo svedeno na sekundar, onda je dobijeni napon  napon primara sveden na sekundarnu stranu

Efektivna vrijednost napona je:



Vrijednost napona svedena na primar je:



2. Jednofazni transformator 100kVA, 11000/2200V ima podatke iz ogleda praznog hoda i kratkog spoja.

Prazan hod (P.H.): 2200V, Io=1.59A,Po=980W

Kratak spoj (K.S.): Uks=580V;Iks= 9.1A, Pcu=1100W

Odrediti parametre TR.

Rešenje:

Na osnovu vrijednosti napona u PH od 2200V, zaključuje se da je ogled praznog hoda izveden sa strane sekundara. Imajući u vidu da je struja praznog hoda transformatora mala, ekvivalentna šema u P.H je :

|  |
| --- |
| I0  Ipo  Iµ  U02  Rµ  Xµ |









Redni parametri ekvivalente šeme transformatora se dobijaju na osnovu ogleda kratkog spoja.

Ogledni kratak spoj podrazumijeva kratko spajanje jednog od namotaja i postepeno podizanje napona na namotaju sve do one vrijednosti koja će dovesti do nominalne vrijednosti struje.

Najprije, potrebno je utvrditi sa koje strane je izveden K.S.

Nominalna struja primara je:



Nominalna struja sekundara je:



Pošto je, prema tekstu zadatka, u ogledu kratkog spoja izmjerena vrijednost struje od 9.1A, zaključuje se da je kratak spoj izveden sa primarne struje. Ekvivalenta šema u K.S je data na slici:

|  |
| --- |
| R1  Xγ1 Ik.s  R2’ Xγ2’  Uk.s. |

Impedansa kratkog spoja je:



Otpornost redne grane se nalaze iz podataka o izmjerenoj aktivnoj snazi u K.S.





Reaktansa redne grane je:



Otpornost namotaja primara i otpornost namotaja sekundara svedenog na primar su:



Rasipne induktivnosti namotaja primara i rasipna induktivnost namotaja sekundara svedenog na primar su:



Parametri u ogledu praznog hoda su dobijeni sa niskonaponske strane, dok su parametri u kratkom spoju dobijeni sa visokonaponske strane, pa ih je potrebno svesti na niskonaponsku stranu.









3.Transformator sa podacima S=1600 kVA; U1/U02=10/0.4 kV, ~~sprega Yd~~, uks =6% ima gubitke u kratkom spoju pri punom opterećenju Pcu=17.9 kW i PFe=3 kW.

Odrediti stepen iskorišćenja i procentualnu promjenu (regulacija) napona sekundara:

1. pri nominalnom čisto aktivnom opterećenju,
2. pri polovini nominalnog opterećenja uz faktor snage cosφ=0.8 ind.

Rešenje:

a)

Transformator je nominalno (puno) opterećen što definiše da je relativno opterećenje 

Aktivna komponenta napona kratkog spoja je:

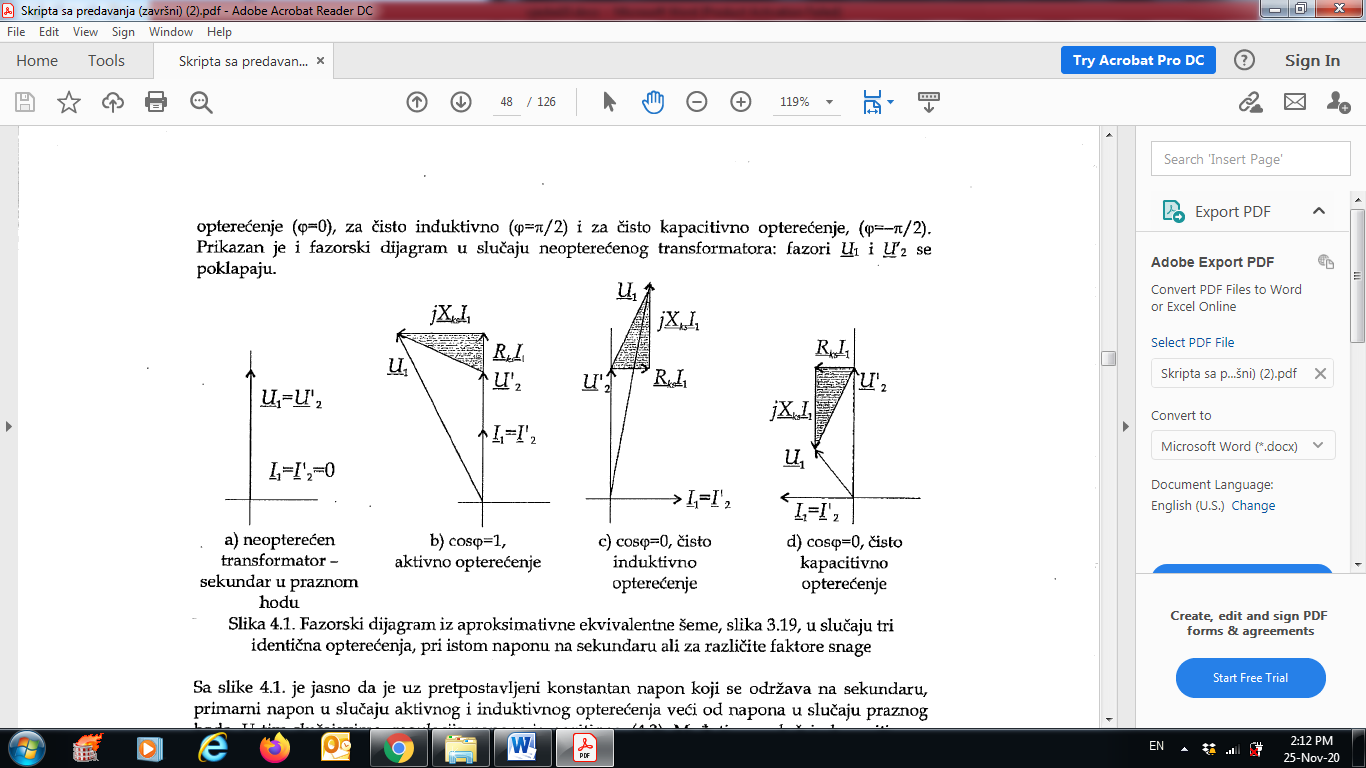
%

Reaktivna komponenta napona kratkog spoja je:

%

Napomena: Postoji više načina za proračun ur i ux ali sve to potiče od prethodne dvije formule.

Ovakav odnos uks urks i uxks je posledica fazorskog dijagrama.



Dakle, sa slike se vidi da su urks i uxks katete pravouglog trougla a hipotenuza je uks!!!

Zbog uvijek važi !!!

Važne formule za proračun uks, urks i uxks su





[%]

Da li je uks (%) zavisi od strane na kojoj je izveden kratak spoj?

U ovoj formuli figurišu veličine sa primarne strane . Ajde da svedeno na sekundarnu stranu. Usvojimo da je U1/U2=n. Pošto je snaga na primaru i sekundaru jednaka onda važi da je I1/I2=1/n. Ako je tako, onda važi da je . Dakle impendasa Z1 sa primarne strane, na sekundaru se ‘vidi’ kao 



Dakle, uks (%) je isto ako se gleda sa primarne ili sa sekundarne strane!!!

Izraz za regulaciju napona je:



gdje su:





Dakle, dobija se da je:

%

%

Promjena napona na sekundaru u procentima iznosi:



Često se u izrazu za regulaciju napona zanemaruje drugi član:

%

Promjena napona na sekundaru u apsolutnim jedinicama iznosi:

V

Sada napon na sekundaru iznosi:

V

Stepen iskorišćenja transformatora predstavlja odnos korisne i utrošene snage:



Ako se definiše relativno opterećenje kao x=S/Snom, dobija se:



Pošto je tranformator nominalno opterećen, tj x=1, stepen iskorišćenja je:



1. 



Aktivna komponenta napona kratkog spoja je:

%

Reaktivna komponenta napona kratkog spoja je :

%

Izraz za regulaciju napona je:



gdje su:





Dakle, dobija se da je:

%

%

Promjena napona na sekundaru u procentima iznosi:



Promjena napona na sekundaru u apsolutnim jednicama iznosi:

V

Sada je napon na sekundaru iznosi:

V

Stepen iskorišćenja transformatora:



Tekstom zadatka rečeno je da je transformator opterećen sa polovinom nominalnog opterećenja, pa je:



Stepen iskorišćenja je:



4.Trofazni transformator snage 75 kVA, napona kratkog spoja 4%, prenosnog odnosa 10/0.4 kV/kV, nazivnog stepena korisnog dejstva 0.97, ima odnos gubitaka u bakru i gvožđu 4.2/1. Pri kom faktoru snage će transformator raditi bez pada napona?

Rešenje:

Stepen iskorišćenja transformatora:



Ukupni gubici koji se sastoje od zbira gubitaka u gvođžu i bakru su, pri jediničnom faktoru snage:

kW

Na osnovu poznatog odnosa gubitaka u bakru i gvožđu, može se izračunati:

kW

Relativna vrijednost pada napona na aktivnom otporu transformatora je:



Reaktivna komponenta pada napona je:



  
Fazni stav kratkog spoja  je:





Fazni stav pri kojem nema pada napona se dobija iz:



Napomena: U profesorovoj skrpti je dato izvodjenje za različite slučajeve: nema promjene napona, maksimalna promjena napona i minimalna promjena napona.

Faktor opterećenja je tada jednak:

kap. (+39.82 cosfi 0.76 ind)

Posto je negativan vrijednost dobijena za φ to znači da je opterećen pretežno kapacitvno. U slučaju da se dobije pozitivna vrijednost za φ to znači da bi opterećenje bilo pretežno induktivno.

5.Transformator sa podacima: Sn=200 kVA, Pcun=4kW, PFe=1kW, uks=5%, radi pri nekom opterećenju uz faktor snage cosφ=0.8 ind . Odrediti:

1. Opterećenje pri kom se ima maksimalni stepen iskorišćenja za dati cosφ
2. Vrijednost toga maksimalnog stepena iskorišćenja

Rešenje:

1. Maksimalni stepen iskorišćenja dobija se kada je:



Radni režim pri kome se dobija maksimalni stepen iskorišćenja je kada su gubici u bakru jednaki gubicima u gvođžu.

Dakle,



Imajući u vidu da važi:



Dakle, uvodeći relativno opterecenje x=S/Sn, dobija se da je:



Maksimalni stepen iskorišćenja nastupa pri opterećenju od:



Dakle, prividno opterećenje pri kome se dobija maksimalni stepen iskorišćenja je:



i iznosi:



Aktivno opterećnje pri kome se dobija maksimalni stepen iskorišćenja je:

kVA

1. Maksimalani stepen iskorišćenja je:



6.Trofazni transformator snage 1000 kVA ima nominalno povišenje temperature 65K i vremensku konstantu zagrijavanja 2h. Gubici u bakru pri 50% nominalne struje su 3530W, a nominalni gubici u gvođžu iznose 1618W. Odrediti kolikom maksimalnom prividnom snagom transformator može biti opterećen 2 sata pri 90% nominalnog napona?

Rešenje:

Gubici u bakru su proporcionalni kvadratu struje opterećenja, pa nominalni gubici u bakru iznose:



Gubici u gvođžu su proporcionalni kvadratu napona:



Maksimalno opterćenje transformatora treba da bude takvo da nakon 2h rada transformator dostigne nominalno povišenje temperature.





Maksimalna vrijednost nadtemperature je direktno proporcionalna gubicima u transformatoru:



Odnos maksimlalnih nadtemepratura je srazmjeran gubicima, što omogućuje da se odredi nepoznato opterećenje:



Iz prethodne jednačine, gubici u bakru pri nepoznatom opterećenju su:



Gubici u bakru zavise od kvadrata struje:



Maksimalna prividna snaga kojom se transformator može optereti tokom 2h pri 0.9 Un iznosi:



7. Transformotor čija je vremenska konstanta T=6h ima odnos nominalnih gubitaka Pcun/PFen=5, dostiže maksimalno povišenje temperature od 600C pri punom opterećenju. Do kojeg maksimalnog povišenja temperature će se zagrijati transformator pri opterećenju od 0.75 nominalnog?

Rešenje:

Odnos maksimalnih nadtemperatura je srazmjeran odnosu gubitaka:



Uzimajući u obzir zavisnost gubitaka u bakru od kvadrata opterećenja i gubitaka u gvođžu od kvadrata napona, ukupni gubici su:



Ako se u prethodnoj jednačini smijeni poznati odnos nominalnih gubitaka u bakru i gvođžu, dobija se:



Pri nominalnom opterećenju gubici su:



Maksimalna vrijednost nadtemperature je:

